

Studi Pengaruh Perubahan Tata Guna Lahan Terhadap Sisa Usia Guna Waduk Jatigede Dengan Menggunakan Metode Universal Soil Loss Equation dan Sediment Delivery Ratio

ERI PURNOMO HAYYUDIN ¹, WALUYO HATMOKO ²

1. Jurusan Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional, Bandung, Indonesia
2. Direktorat Bina Teknik Sumber Daya Air, PUPR, Bandung, Indonesia
Email : eza.eri@gmail.com

ABSTRAK

Faktor penggunaan lahan merupakan faktor yang dipengaruhi oleh aktivitas manusia, dan hal tersebut dapat memengaruhi umur suatu waduk. Untuk itu dilakukan penelitian ini untuk mengetahui berapa besar pengaruh perubahan tata guna lahan terhadap sisa usia guna waduk. Waduk Jatigede merupakan waduk buatan yang baru saja selesai pembangunannya pada tahun 2015. Perhitungan sisa usia guna waduk menggunakan metode USLE (Universal Soil Loss Equation) dan metode SDR (Sediment Delivery Ratio), lalu peta tata guna lahan yang digunakan adalah tahun 2009 dan 2019. Besarnya erosi pada DAS Jatigede dengan tata guna lahan DAS Jatigede tahun 2009 adalah sebesar 62,737 ton/ha/tahun dan tahun 2019 adalah sebesar 84,225 ton/ha/tahun dengan luas area sebesar 146.507 ha. Laju sedimentasi yang masuk ke Waduk Jatigede adalah sebesar 204.334,508 m³/tahun dengan tata guna lahan tahun 2009, dan tahun 2019 274.317,631 m³/tahun. Sisa usia guna Waduk Jatigede yang tersisa dengan tata guna lahan DAS Jatigede tahun 2009 adalah sebesar 486,02 tahun, dan tahun 2019 adalah sebesar 362,03 tahun.

Kata kunci: faktor penggunaan lahan, erosi, sedimentasi, usia guna waduk, USLE

1. PENDAHULUAN

Waduk Jatigede merupakan waduk kedua terbesar di Indonesia setelah mengairi areal sekitar 90 ribu hektare. Waduk Jatigede terletak di Kabupaten Sumedang, Provinsi Jawa Barat. Waduk Jatigede memiliki luas genangan 3100 hektare dengan daya tampung awal sebesar 979 juta m³ yang berada di Daerah Aliran Sungai (DAS) Jatigede.

Adanya perubahan tata guna lahan di DAS Jatigede yang di dalamnya terdapat Waduk Jatigede, menyebabkan terjadinya permasalahan erosi dan sedimentasi. Hal ini memengaruhi terhadap sisa usia guna waduk sebagai faktor tata guna lahan. Tujuan penulisan makalah ini adalah meneliti pengaruh perubahan tata guna lahan terhadap sisa usia guna Waduk Jatigede. Metode yang digunakan adalah dengan perhitungan besar sedimen yang masuk ke dalam tampungan waduk dan dianalisis berdasarkan perubahan tata guna lahan antara Tahun 2009 dan Tahun 2019 dengan metode USLE (Universal Soil Loss Equation) dan SDR (Sediment Delivery Ratio).

2. METODOLOGI DAN DATA PENELITIAN

2.1 Metodologi Penelitian

Besarnya erosi dihitung menggunakan metode USLE (Universal Soil Loss Equation). Metode ini dikembangkan oleh Wischmeier dan Smith, dimana USLE memperkerikan besarnya erosi rata-rata tahunan secara kasar dengan menggunakan pendekatan dari fungsi energi hujan (Wischmeier, and Smith, 1978). Bentuk persamaan USLE (Universal Soil Loss Equation) adalah sebagai berikut:

$$A = R \times K \times LS \times CP \quad \dots(1)$$

dengan:

$$A = \text{erosi lahan} \left[\frac{\text{ton}}{\text{ha} \cdot \text{tahun}^{-1}} \right],$$

$$R = \text{faktor erosivitas hujan},$$

$$K = \text{faktor erodibilitas tanah},$$

$$LS = \text{faktpr panjang dan kemiringan lahan},$$

$$CP = \text{faktor tata guna lahan}.$$

Sediment Delivery Ratio (SDR) merupakan perbandingan antara erosi yang terjadi pada seluruh DAS dengan jumlah sedimen pada daerah luaran (outlet) DAS (Lee dan Lee, 2010). Menurut Vente dkk (2007) nilai SDR dapat berkolerasi positif maupun negatif dengan luas DAS tetapi ada juga yang tidak beraturan. Salah satu cara untuk menentukan besarnya nilai SDR adalah dengan menggunakan persamaan di bawah ini (Lee dan Lee, 2010):

$$SDR = \frac{Y}{E} \quad \dots(2)$$

dengan:

$$SDR = \text{nisbah pengangkutan sedimen atau } \textit{Sediment Delivery Ratio},$$

$$Y = \text{hasil sedimen} \left[\frac{\text{ton}}{\text{ha} \cdot \text{tahun}^{-1}} \right],$$

$$E = \text{erosi total} \left[\frac{\text{ton}}{\text{ha} \cdot \text{tahun}^{-1}} \right].$$

Selain menggunakan persamaan Lee dan Lee, besarnya SDR juga dapat dihitung dengan menggunakan rumus Boyce (1975) yaitu:

$$SDR = 0,41 \times A^{-0,3} \quad \dots(3)$$

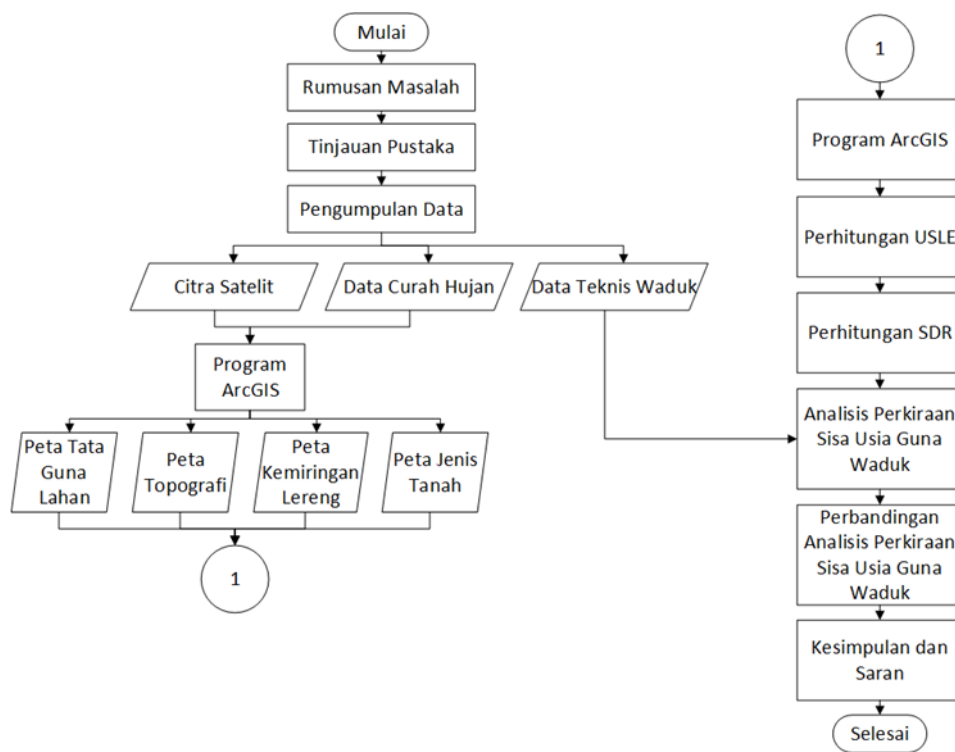
dengan:

$$SDR = \textit{Sediment Delivery Ratio},$$

A = Luas DAS [ha].

Batas usia guna waduk dapat ditentukan oleh sedimen yang mengendap di dalam tampungan mati (dead storage) sampai saat intake tertutup endapan sehingga manfaat waduk tidak dapat lagi digunakan sebagaimana mestinya. Dead storage inilah yang akan dijadikan perhitungan dalam usia guna waduk.

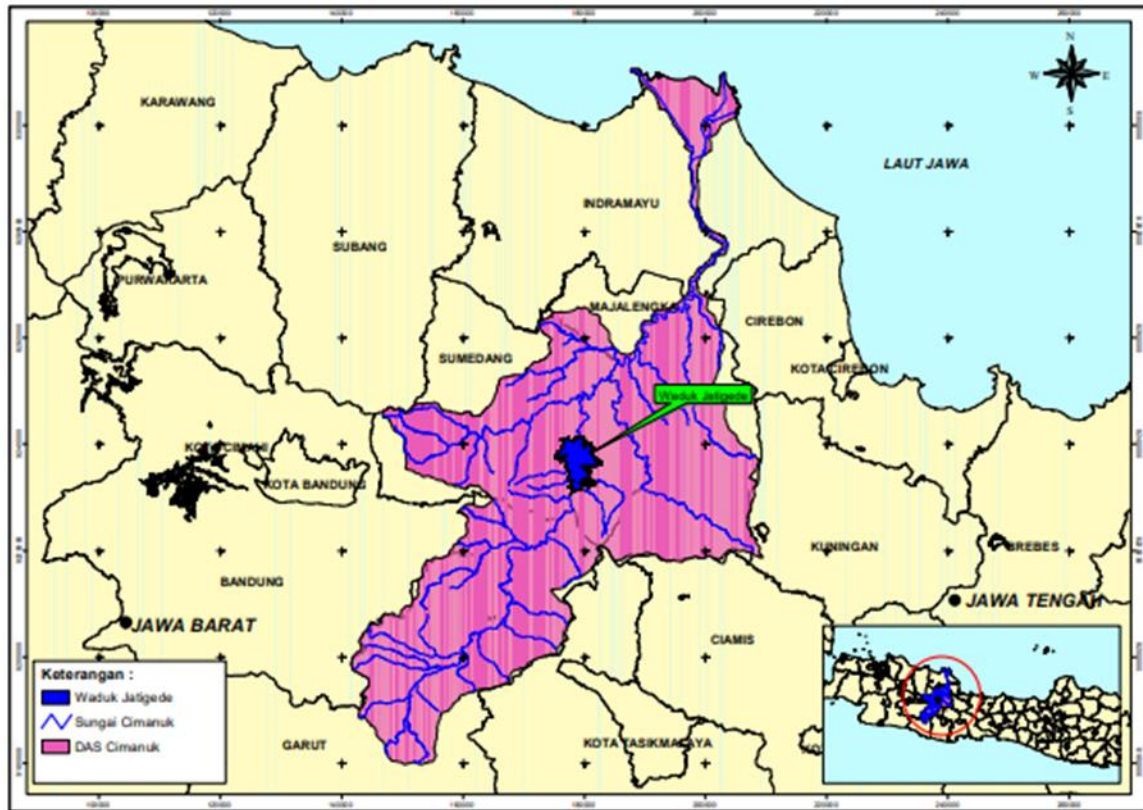
Analisis penelitian ini dibantu menggunakan Program ArcGIS untuk mengetahui gambaran lokasi yang ditinjau. Bagan alir penelitian ini adalah sebagai berikut ini.



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

2.2 Lokasi Penelitian

Waduk Jatigede terletak di Kabupaten Sumedang, Provinsi Jawa Barat pada ketinggian 221 m diatas permukaan laut. Waduk Jatigede terletak pada 6051'23"S – 108005'41E. Waduk ini merupakan waduk terbesar kedua di Indonesia. Waduk Jatigede ini memiliki luas genangan 3100 hektar dengan daya tampung awal sebesar 979 juta m³ yang mengairi areal irigasi seluas 90.000 ha Waduk Jatigede berada di Daerah Aliran Sungai (DAS) Jatigede.



Gambar 2. Peta Lokasi Waduk Jatigede (Sumber: PT. Multimera Harapan, 2013)

2.3 Data Teknis

Adapun data teknis dari Waduk Jatigede adalah sebagai berikut:

1. Tinggi Muka Air Banjir : + 262 m
2. Tinggi Muka Air Maksimum : + 260 m
3. Tinggi Muka Air Minimum : + 230 m
4. Volume Waduk : 979 juta m³
5. Volume Tampungan Mati (+221m) : 99,31 juta m³

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perhitungan Erosivitas Hujan

Data curah hujan didapatkan dari web www.dataonline.bmkg.go.id, lalu dari data curah hujan dilakukan perhitungan erosivitas hujan menggunakan formula yang dikemukakan oleh Levain (1975), diacu dalam Bols (1978) yaitu:

$$R = 2,21 \times Rain^{1,36} \quad \dots(4)$$

dengan

R = faktor erosivitas hujan,

$Rain$ = curah hujan rata-rata bulanan $\left[\frac{mm}{bulan} \right]$.

Hasil perhitungan erosivitas hujan dapat dilihat pada **Tabel 1** Dari hasil perhitungan diperoleh jumlah nilai erosivitas rata-rata tahunan sebesar 267,356.

Tabel 1. Hasil Perhitungan Erosivitas Hujan

No.	Bulan	Erosivitas Hujan
1	Januari	39,967
2	Februari	29,277
3	Maret	37,433
4	April	32,129
5	Mei	18,759
6	Juni	17,531
7	Juli	5,545
8	Agustus	4,366
9	September	4,859
10	Oktober	7,617
11	November	31,169
12	Desember	41,689
Jumlah		267,356

Terlihat dari jumlah nilai erosivitas hujan yang terjadi di DAS Jatigede, curah hujan di daerah DAS Jatigede cukup kecil dibandingkan daerah lain hal ini dikarenakan menurut Pawitan *et al.* (2007) berdasar analisis data seri hujan selama seratu tahun terakhir, di DAS Jatigede dan Pulau Jawa penurunan curah hujan tahunan secara nyata, yaitu dengan laju pengurangan hujan sebesar 10 mm/tahun.

3.2 Analisa Jenis Tanah DAS Jatigede

Berdasarkan dari hasil analisis peta jenis tanah DAS Jatigede, jenis tanah yang paling sering dijumpai adalah jenis tanah Latosol Coklat yang mencapai luasan sebesar 41,16%, lalu jenis tanah terbesar kedua adalah Regosol dengan luasan sebesar 29,69%. Kedua tanah dominan tersebut yang melingkupi luasan 70,85% dari total luas DAS Jatigede memiliki kepekaan tanah terhadap erosi yang cukup tinggi, artinya tanah yang berada di daerah DAS Jatigede ini sangat mudah tererosi dengan total nilai erodibilitas tanah DAS Jatigede sebesar 0,425. Lalu ada jenis tanah mediteranian sebesar 12,77%, jenis tanah aluvial sebesar 11,25%, jenis tanah latosol kuning sebesar 3,07%, lalu tanah latosol, latosol kuning merah dan grumusol berkisar antar 0,4%-0,9%.

3.3 Analisa Kemiringan Lereng DAS Jatigede

DAS Jatigede dibatasi oleh pegunungan dan perbukitan antara lain adalah Gunung Cikurai, Mandalagiri, Papandayan. Ketinggian DAS Jatigede berkisar antara 150-2.821 mdpl.

Menurut analisa peta topografi, kemiringan lereng 0-8% adalah sebesar 39,% dari luasan total DAS Jatigede, kemiringan lereng 8-15% adalah sebesar 38,16%, kemiringan lereng 15-25% sebesar 15,87%, kemiringan lereng 25-40% sebesar 5,45%, dan >40% sebesar 1%. Hal ini terbilang kondisi kemiringan lereng di daerah DAS Jatigede adalah cukup landai dengan jumlah rata-rata nilai faktor kemiringan lereng sebesar 1,65.

3.4 Perbandingan Tata Guna Lahan Tahun 2009 dan 2019

Perubahan tutupan lahan yang terjadi dapat meningkatkan atau menurunkan tingkat laju erosi. Hasil analisis data tutupan lahan tahun 2009 dan tahun 2019 dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Perbandingan Tata Guna Lahan Tahun 2009 dan 2019

No.	Penggunaan Lahan	Luas ha	
		2009	2019
1	Hutan	29.428	15.785,93
2	Semak Belukar	1300	692,73
3	Perkebunan	32.160	31.558,62
4	Tanaman Semusim	23.638	38.090,07
5	Tanah Terbuka	1.170	1.854,218
6	Sawah	42.193	32.954,66
7	Pemukiman dan Tempat Kegiatan	16.400	25.571,1
Jumlah		146.507	

Dapat dilihat dari hasil analisis perbandingan tata guna lahan di daerah DAS jatigede telah terjadi pengurangan jumlah luasan sawah yang awalnya mendominasi sebesar 42.193 ha atau sebesar 28,7% dari total luas DAS Jatigede berkurang menjadi 32.953,66 ha atau sekitar 6,2%. Lalu tanaman semusim meningkat menjadi 38.090,07 ha atau meningkat sekitar 10%, dan terakhir yang meningkat cukup banyak adalah pemukiman dan tempat kegiatan yang menjadi 25.571,1 ha atau meningkat sekitar 6%. Hal ini dapat diartikan telah terjadi pertumbuhan penduduk di daerah DAS Jatigede sehingga meningkatnya permintaan akan pemukiman dan tempat kegiatan sekitar daerah DAS Jatigede sehingga sawah yang umumnya berada di bagian lereng datar hingga landai menjadi berkurang. Dan akibat dari pertumbuhan penduduk juga, meningkatkan tanaman semusim untuk kebutuhan pertanian lahan kering sehingga hutan di daerah DAS Jatigede berkurang sebanyak 9%, lalu dari hasil analisis menyatakan bahwa telah terjadi perubahan faktor CP yang awalnya di tahun 2009 sebesar 0,335 menjadi 0,449 di tahun 2019.

3.5 Analisis Laju Erosi

Setelah diketahui data nilai faktor erosivitas hujan, data tersebut diolah menggunakan Program ArcGIS bersama dengan data faktor panjang dan kemiringan lereng, faktor erodibilitas tanah, dan faktor tata guna lahan wilayah DAS Jatigede yang didapatkan dari web www.geospasial-indonesia.com dengan menggunakan **rumus 1** Hasil perbandingan laju erosi dapat dilihat pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Perbandingan Laju Erosi Berdasarkan Tata Guna Lahan Tahun 2009 dan 2019

No.	DAS	Hasil Laju Erosi [ton/ha/tahun]	
		2009	2019
1	Jatigede	62,737	84,225

3.6 Analisis *Sediment Delivery Ratio* (SDR)

Besarnya laju sedimentasi yang masuk ke dalam waduk dipengaruhi oleh luas DAS suatu waduk yang ditinjau, dengan luas DAS Jatigede yaitu 146.507 ha didapatkan nilai SDR menggunakan

rumus 3 sebesar 0,01156. Dari hasil nilai SDR dilakukan kembali perhitungan menggunakan **rumus 2** untuk mengetahui laju sedimen yang masuk ke dalam Waduk Jatigede. Hasil laju sedimen dapat dilihat pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Perbandingan Nilai SDR Berdasarkan Tata Guna Lahan Tahun 2009 dan 2019

No.	Luas Area DAS [ha]	Laju Sedimen [m ³ /tahun]	
		2009	2019
1	146.507	204.334,508	274.317.631

3.7 Perbandingan Sisa Usia Guna Waduk

Berdasarkan hasil analisis data laju erosi menggunakan metode USLE dan laju sedimentasi menggunakan metode SDR serta diketahui tampungan mati Waduk Jatigede. Analisis umur waduk dihitung dengan hubungan antara volume sedimen yang mengendap dengan sisa volume *dead storage* (volume tampungan mati) waduk (Lewis dkk., 2013), maka didapatkan hasil sisa usia guna waduk berdasarkan tata guna lahan tahun 2009 dan 2019 dapat dilihat pada **Tabel 5**.

Tabel 5. Perbandingan Sisa Usia Guna Waduk Berdasarkan Tata Guna Lahan Tahun 2009 dan 2019

No.	Tampungan Mati [juta m ³]	Sisa Usia Guna Waduk [tahun]	
		2009	2019
1	99,31	486,02	362,03

Perubahan tata guna lahan selama 10 tahun telah mengurangi sisa usia guna Waduk Jatigede sebesar 123,99 tahun atau terjadi penurunan sebesar 25,512% sisa usia guna waduk. Jika penggunaan tata guna lahan akan terus berubah sama seperti 10 tahun terakhir, maka hal ini akan berdampak semakin cepatnya sisa usia pakai waduk.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis Studi Pengaruh Perubahan Tata Guna Lahan Terhadap Sisa Usia Guna Waduk Jatigede Dengan Menggunakan Metode Universal Soil Loss Equation dan Sediment Delivery Ratio, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Analisa laju erosi yang didapat dengan menggunakan metode USLE pada DAS Jatigede berdasarkan tata guna lahan DAS Jatigede tahun 2009 adalah sebesar 62,737 ton/ha/tahun dan dengan berdasarkan tata guna lahan DAS Jatigede tahun 2019 adalah sebesar 84,225 ton/ha/tahun. Kedua hasil tersebut termasuk dalam kategori Tingkat Bahaya Erosi (TBE) kelas III dengan rentang laju erosi sebesar 60-180 ton/ha/tahun.
2. Nilai SDR yang didapat dengan luas DAS 146.507 ha adalah sebesar 0,01156.
3. Besarnya laju sedimentasi yang masuk yang masuk ke dalam Waduk Jatigede berdasarkan hasil analisis laju erosi dan nilai SDR yang didapat adalah sebesar 204.334,509 m³/tahun dengan tata guna lahan tahun 2009, dan 274.317,631 m³/tahun dengan tata guna lahan tahun 2019.
4. Perkiraan sisa usia guna Waduk Jatigede berdasarkan tata guna lahan DAS Jatigede tahun 2009 yang tersisa adalah sebesar 486,02 tahun, dan perkiraan usia guna Waduk Jatigede berdasarkan tata guna lahan DAS Jatigede tahun 2009 yang tersisa adalah sebesar 362,03 tahun.

5. Terjadi penurunan sisa usia guna waduk akibat perubahan tata guna lahan sebesar 123,99 tahun atau 25,512%.

Dari penelitian yang sudah dilakukan, ada saran untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Data curah hujan tahunan yang digunakan harus lebih dari 10 tahun dan data curah hujan diambil dari seluruh stasiun hujan yang berada pada kawasan DAS yang akan ditinjau agar hasil perhitungan USLE lebih akurat.

DAFTAR RUJUKAN

- Afifah, Risdiana Cholifatul dkk. (2015). Unjuk Kerja Waduk Jatigede. Semarang: Jurnal MKTS Volume 21 No.2 Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
- Boyce. (1975). Spatial Modelling of the Terrestrial Environment. American Society of Civil Engineering (ASCE).
- Hidayat Pawitan dan E. Runtunuwu. (2007). Kecukupan Air untuk Indonesia Menghadapi Perubahan Iklim Global. Jakarta: Kongres Ilmu Pengetahuan Nasional IX
- Lee, G.-S., dan Lee, K.-H. (2010). Determining the Sediment Delivery Ratio Using The Sediment-Rating Curve and A Geographic Information System-Embedded Soil Erosion Model om A Basin Scale, *Journal of Hydrologic Engineering* 15: 834-843.
- Lewis S. E., dkk. (2018). Calculating Sediment Trapping Efficiencies for Reservoirs in Tropical Settings, A case study from the Burdekin Falls Dam, NE Australia: *Water Resources Research*, Vol. 49, 1019.
- Vente, J.d., dkk. (2007). The Sediment Delivery Problem Revisited. *Progress in Physical Geography* 31: 155-178.
- Wischmeier, W. H., dan Smith L. D. (1978). Predicting Rainfall-Erosion Losses: A Guide to Conservation Planning. USDA Agriculture Handbook.

